مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (41) العدد (1) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (41) No. (1) 2019

تقييم الظروف الهيدروجيولوجية وبناء خرائط للحساسية المكانية ضد عوامل التلوث باستخدام المتغيرات الجيوبيئية في السهل الساحلي لحوض اللاذقية

الدكتور أحمد محمد *
الدكتور شريف حايك **
نداء رجب***

(تاريخ الإيداع 22 / 10 / 2018. قُبِل للنشر في 20 / 1 /2019)

□ ملخّص □

استخدمت طريقة دراستيك لبحث الحساسية الكامنة للمياه الجوفية في حوض اللاذقية الذي يتميز بانتشار نشاطات بشرية متنوعة وبأعماق توضع لمنسوب المياه الجوفية قريبة من السطح وذلك باستخدام ArcGIS 10.5، حيث تم تطوير نظام دراستيك المعدل بدمج استعمالات الأرض وتقسيماتها مع موديل دراستيك العام، وبالمحصلة تم تنميط القيم النهائية لدراستيك في صفين اثنين (معتدل الحساسية ومرتفع).

وقد تبين أن إدخال استعمالات الأرض والتقسيمات قد زاد من الكمون بالنسبة للحساسية المعتدلة للمياه الجوفية.

بالنتيجة النهائية فقد أظهر المضمون العام لخارطة الحساسية التي تم إنشاؤها لحوض اللاذقية، سيطرة صف الحساسية المعتدلة في المناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية التي تتمتع بأعماق توضع كبيرة للمياه الجوفية وارتفاعات طبوغرافية عالية، بينما سيطر صف الحساسية المرتفعة في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة، وأوصى البحث بضرورة وضع نموذج رياضي لحركة الملوثات في المنظومة المائية الجوفية لحوض اللاذقية.

الكلمات المفتاحية: حساسية المياه الجوفية، طريقة دراستيك، حوض اللاذقية

* أستاذ – الهيدروجيولوجيا – قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – سورية.
* * أستاذ - الهيدروجيولوجيا – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – سورية.
*** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – الهيدروجيولوجيا . قسم الجيولوجيا . كلية العلوم . جامعة تشرين . سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (41) العدد (1) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (41) No. (1) 2019

The Evaluation of Hydrogeological Conditions and The Construction of Spatial Sensitivity Maps against Pollution Factors Using Geoenvironmental Variables in Easy Coastal Lattakia Basin

Dr. Ahmed Mohammed [*]
Dr. Sharif hayek**
Nedaa Rajab***

(Received 22 / 10 / 2018. Accepted 20 / 1 /2019)

□ ABSTRACT □

Groundwater Drastic method has been used to examine the potential sensitivity In Lattakia basin that is characterised by the existence of varied human activities and depths of groundwater levels which are close to the surface using Arc GIS10.5. location the modified Drastic system has been developed by combining the land uses and its divisions with general Drastic model , As a result, the final values of Drastic have been modulated into two categories "low and moderate sensitivity".

It has been found that the introduction of the uses of the land and divisions has increased the potentiality concerning the moderate sensitivity of the Groundwater.

As a final result, the general content of the sensitivity map which has been established for Lattakia basin showed, the domination of low sensitivity in the north western and the north eastern areas which hare big location depths of the Groundwater and high topographic altitudes. while the moderate sensitivity category dominated in the southern areas of the study region.

The research recommended the need to develop a mathematical model for the movement of pollutants in the aquifer system of the Lattakia basin.

Key words: Sensitivity of the Groundwater, Drastic method , Lattakia's basin,

[*]**Professor, Hydrogeology Department Of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.**
**** Professor, Hydrogeology Department of water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen university, Lattakia, Syria.**
*****postgraduate student of Hydrogeology, Department Of Geology Faculty of Science, Tishreen University, Syria.**

مقدمة:

حوض اللاذقية من الأحواض الفرعية المهمة في حوض الساحل من حيث الكثافة السكانية إضافة إلى النشاطات الزراعية والصناعية التي تنمو فيه بشكل متسارع، لذا تعد دراسة تلوث المياه الجوفية مدخلاً أساسياً لمعرفة وتقييم حساسية الطبقة المائية للتلوث واتخاذ الاجراءات والتدابير الوقائية لحماية المياه الجوفية من مصادر التلوث الكامن في منطقة الدراسة، فوجود مصادر تلوث متعددة (نتيجة النشاطات المتنوعة في هذه المنطقة) يزيد احتمال قابلية المياه الجوفية فيها للتلوث.

لذلك سيتم إنشاء خارطة حساسية المياه الجوفية للتلوث لإظهار المناطق المعرضة للتلوث الكامن الأعظمي للمياه الجوفية، وذلك على أساس الشروط الهيدروجيولوجية والتأثيرات البشرية. هذا وتعد هذه المنهجية حديثة نسبياً اذ انتشر تطبيقها بعد التسعينيات من القرن الماضي لإظهار مدى ما توفره الظروف الطبيعية من حماية للمياه الجوفية، وإمكانية انتقال الملوثات من سطح الأرض إلى الطبقات المائية الحرة [1، 2، 3، 4، 5، 6].

تعد الحماية الطبيعية للمياه الجوفية من التلوث نسبية، وهي بالطبع أفضل منها للمياه السطحية، هذا وعلى الرغم من صعوبة التسرب الطبيعي للملوثات في داخل الأرض وكذلك المقدرة الامتصاصية الجيدة نسبياً للصخور، إضافة إلى سلسلة التفاعلات والعمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تنشأ في المنظومة الهيدروجيولوجية منذ لحظة دخول الملوث إليها والتي تهدف إلى إزالة تلك الملوثات أو التخفيف منها، فإن المياه الجوفية تتلوث بشكل واضح في بعض المناطق [7، 8، 9، 10].

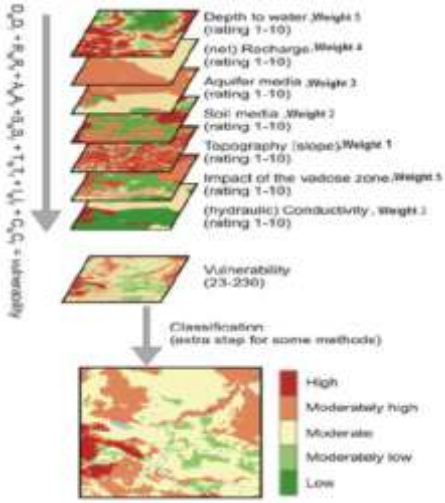
أهمية البحث وأهدافه

الهدف الرئيس من هذه الدراسة ايضاح الوضع الحالي للظروف الهيدروجيولوجية، وتقييم درجة الحماية الطبيعية للمياه الجوفية لمعرفة مدى ما توفره الأوساط الطبيعية من حماية للمياه الجوفية في ضوء الأنشطة البشرية الفعلية القائمة على هذه الموارد، بحيث تنتهي الدراسة إلى التمييز بين المناطق حسب درجة حمايتها من التلوث (مناطق ذات حماية عالية إلى مناطق ذات حماية ضعيفة بحيث تسهل فيها عملية تلوث المياه الجوفية)، وبالأخص تحديد مواقع إقامة المشاريع العمرانية والاقتصادية المختلفة، وتحديد مواقع التخلص من النفايات الصلبة والسائلة في ظل الزيادة السكانية الكبيرة من خلال إنتاج خرائط للحساسية المكانية ضد عوامل التلوث في حوض اللاذقية بوساطة نموذج Drastic.

طرائق البحث ومواده

أجريت الدراسة على بعض الآبار المحفورة من قبل المزارعين المحليين، وقد تراوحت أعماق هذه الآبار بين (10-120) م وهي تستخدم بشكل محدود للري المساعد وللاستخدامات المنزلية الأمر الذي لا يؤثر بشكل ملموس على صحة القياسات المنفذة وقد بلغ عددها (20 نقطة) كما أخذنا بعض الآبار المعتمدة من قبل المديرية العامة لحوض الساحل التي تتوزع ضمن نطاق منطقة الدراسة وبلغ عددها (4) ليصل عدد آبار الشبكة بمجمله إلى (24) موزعة في كافة أرجاء المنطقة، وقد أجريت القياسات فيها شهرياً خلال (2017 - 2018) منذ (2017/5/5 حتى 2018/6/10) لمناسيب المياه الجوفية باستخدام جهاز قياس المناسيب وبدقة ±0.5 سم، كما شملت القياسات إيجاد إحداثيات آبار شبكة الرصد باستخدام جهاز Gps.

استخدمت في هذه الدراسة طريقة دراستيك الكارتوغرافية وهي طريقة ذات منهجية بسيطة ودقيقة تعتمد على التشخيص العددي لمختلف المعايير الفيزيائية لأي حوض، حيث أن مفهوم حساسية المياه الجوفية مبني على افتراض أن البيئة الفيزيائية قد تقدم درجة ما من الحماية للمياه الجوفية ضد التأثيرات الطبيعية وبشكل خاص فيما يخص التلوث الداخل إلى البيئة تحت السطحية. تقوم طريقة Drastic على سبعة معايير فيزيائية أعطيت لكل معيار قيمة ثابتة حسب وزنه وأهميته (أي حسب أهميته وتأثيره من حيث الدور الذي يلعبه في الزيادة أو الحد من التلوث) حيث تُدخل العوامل الجيولوجية والهيدروجيولوجية الأساسية التي تؤثر على حركة المياه الجوفية وتتحكم بها، وهذه العوامل هي: عمق المياه الجوفية (D)، التغذية السنوية المائية (R)، طبيعة تكوين صخور النطاق المشبع والطبقة الحاملة للمياه (A)، بنية التربة (S)، طبوغرافيا الحوض (T)، طبيعة تكوين النطاق غير المشبع (منطقة التهوية) (I)، والناقلية الهيدروليكية (C). [1,2,3,4,5,6,11]. يعطى لكل عامل من العوامل السابقة وزن نسبي يتغير من 1 إلى 5 حيث يعطى العامل الأكبر أهمية الرقم 5 والأقل تأثيراً الرقم1، والشكل (1) يوضح مخطط طريقة حساب قرينة دراستيك.



الشكل (1) مخطط طريقة حساب قرينة دراستيك [11]

وكل معيار له قيمة استدلالية أو درجة تقييم من 1 إلى 10 حسب الظروف المحلية للمنطقة المراد دراستها جدول (1) وبالتالي فإن المعادلة المنظمة من أجل التخمين في قرينة دراستيك (DI) هي الآتية:

$$Di= D_iD_W + R_iR_w + A_iA_W + S_iS_w + T_iT_w + I_iI_w + C_iC_w$$

حيث: D, R, A, S, T, I, C ترمز إلى البارامترات الهيدروجيولوجية المذكورة سابقاً والأحرف المكتوبة بالأسفل (i, w) تشير إلى الأوزان ومعدل التخمين على التوالي.

وقد تم إنجاز وتحليل البيانات السابقة ورسم الخرائط باستخدام برامج (GIS 10.5 , surfer)

تشير قرينة دراستيك الناتجة إلى قياس نسبي لحساسية المياه الجوفية للتلوث، وقيمتها المرتفعة مرتبطة بالحساسية العالية للطبقة الحاملة للمياه الجوفية للتلوث جدول (2) [7].

الموقع والميزات العامة لمنطقة الدراسة

يعد حوض اللاذقية (منطقة الدراسة) جزءاً من حوض الساحل يقع شمال مدينة اللاذقية وهو الحوض الأكثر أهمية في المنطقة الساحلية في سورية والمستخدم بشكل كبير في التزويد بالماء لمعظم التجمعات السكانية. تبلغ مساحة المنطقة المدروسة (55.53) كم^2 وهي تقسم حسب طبيعة تضاريسها إلى منطقتين هما منطقة السهل الساحلي والمنطقة

التلالية، حيث تتدرج الارتفاعات الطبوغرافية بالانخفاض من الأطراف الشمالية والشرقية باتجاه الجنوب والغرب. يعد مناخ حوض اللاذقية مناخاً متوسطياً مثالياً يتميز بفصلين رئيسيين وهما الصيف والشتاء، فهو يتميز بشتاء ماطر ومعتدل إلى بارد وصيف حار. ويتراوح معدل الأمطار ما بين (500 – 1450مم سنوياً) تتميز منطقة الدراسة بأنها مزروعة بشدة وأن التطور الصناعي يُتوقع أن يزداد بسرعة في المستقبل. [12، 13، 14].

وبالتحليل الهيدروديناميكي لخريطة تساوي مناسيب المياه الجوفية للمنطقة، قمنا بتحديد حدود منطقة الدراسة حيث لاحظنا وجود جريان جوفي قادم من الحدود الشرقية لمنطقة الدراسة ويتجه غرباً إلى البحر ويؤمن منسوباً ثابتاً نسبياً للمياه الجوفية لذلك تعتبر الشروط الحدية للجهة الشرقية هي حدود منسوب ثابت (H= Const) كذلك على شاطئ البحر غرب منطقة الدراسة اعتبرت الشروط الحدية حدود منسوب ثابت (H= Const)، وبسبب مسايرة خطوط الجريان الجوفي لتكشفات النيوجين والباليوجين في القسمين الشمالي والجنوبي لذلك اعتبرت الشروط الحدية حدود عدم جريان.

جدول (1) قيم معايير دراستيك الفيزيائية

عمق المياه الجوفية (م)		التغذية السنوية سم /السنة		عامل الرشح م/اليوم		الميل (الطبوغرافيا) %		نوع التربة		صخور منطقة التهوية		الوسط المائي	
المجال	التقييم	المجال	التقييم	المجال	التقييم	المجال	التقييم	طبيعة التربة	التقييم	تأثير منطقة التهوية	التقييم	طبيعة الوسط المائي	التقييم
1.5 – 00	10	5 -0	1	4 -0.04	1	2 – 0	10	تربة غير سميكة	10	طمي وصلصال	1	صخر شيستي صلب	2
4.5 – 1.5	9	10 -5	3	12 -4	2	6 – 2	9	حصى	10	طين شيستي	3	صخور متحولة	3
09 – 4.5	7	18 -10	6	29 -12	4	12 – 6	5	رمل	9	صخر كلسي	6	صخور متحولة هشة	4
15 – 09	5	25 -18	8	41 -29	6	18 – 12	3	طين مشقق	7	صخر رملي	6	طبقات من الصخور رمل، كلس وطين	6
23 – 15	3	25+	9	82 -41	8	18+	1	تربة سميكة رملية	6	طبقات كلسية، رملية، طين كلسي	6	صخر رملي صلب	6
31 – 23	2							تربة سميكة	5	رمل وحصى مع طمي وطين	6	صخر كلسي صلب	6
31+	1							تربة سميكة وطمي	4	صخور متحولة	6	رمل وحصى	8
								تربة سميكة طينية	3	رمل وحصى	8	بازلت	9
								طين غير مشقق	1	بازلت	9	صخر كلسي كارستي	10
										كلس كارستي	10		

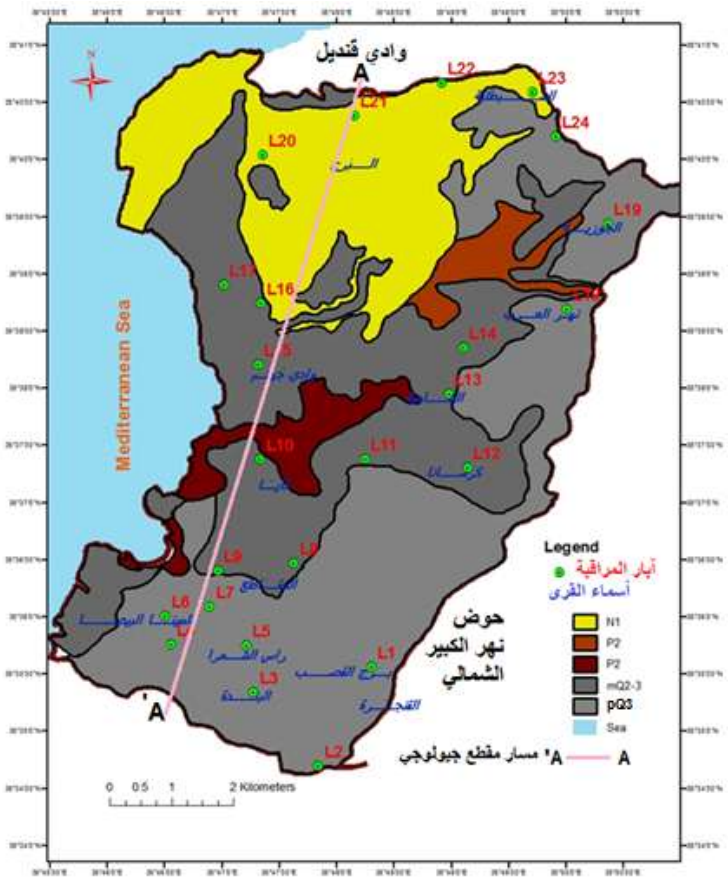
جدول (2) تقييم الحساسية حسب قرينة دراستيك

قرينة دراستيك	100 – 1	140 – 101	200 – 141	>200
حساسية الطبقة المائية للتلوث	منخفضة	معتدلة	مرتفعة	مرتفعة جداً

جيولوجية منطقة الدراسة

يساهم في البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة تشكيلات الباليوجين والنيوجين والرباعي، يوضح الجدول (3) نسب انتشار هذه التشكيلات الجيولوجية في المنطقة، وهي تتمثل توضعات الباليوجين بالإيوسين الأدنى (p_2^1) والأوسط (p_2^2)، وتتألف ليتولوجياً من حجر كلسي غضاري متطبق وحجر كلسي سيليسي وصوان وحجر كلسي نومولايتي ناعم الحبيبات، يحتوي أحياناً في قاعدته على حبيبات الغلوكونيت وحصى كلسية أما توضعات النيوجين فتتمثل بتوضعات الميوسين الأوسط (N_1^2) تتألف ليتولوجياً من الحجر الرملي الرمادي اللون الحاوي على الصوان والغضار الكلسي والحجر الكلسي الكتلي مع عدسات من الحجر الكلسي الشيلي، كما تنتشر توضعات الرباعي على طول شاطئ البحر المتوسط، وتتمثل بتنوعها من المصاطب والبيلاجات والكثبان الرملية.

وفي الجزء الأوسط والجزء الغربي لمنطقة الدراسة تنتشر توضعات بحرية عائدة إلى البليستوسين (الأوسط – الأعلى) mQ2,3)، تتألف من حجر كلسي غضاري وحجر رملي وكونغلوميرا بالإضافة لوجود توضعات قارية عائدة للبليستوسين الأعلى (PQ3) مؤلفة من حطام الصخور الأقدم وركام المنحدرات. الشكل (2) [11,10,8,7] .



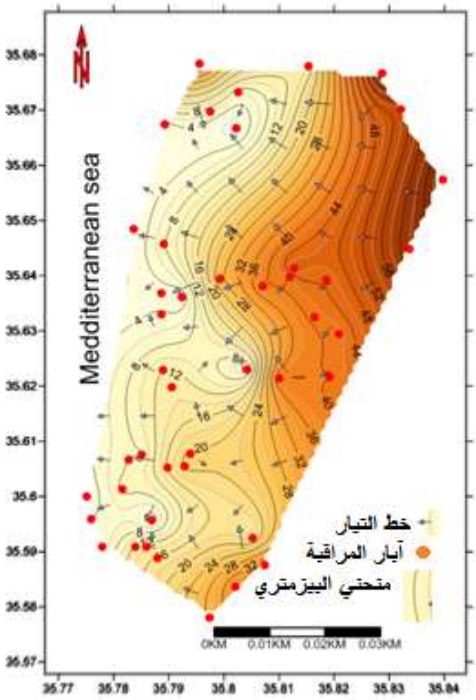
الشكل (2) الموقع العام لمنطقة الدراسة (الخريطة الجيولوجية) موضح عليها آبار المراقبة في منطقة الدراسة

جدول (3) مساحة تكشفات التوضعات الجيولوجية

	المساحة كم^2
المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة:55.53 كم^2	
1- التوضعات الرباعية البحرية (mQ2-3)	17.80 كم^2
2- التوضعات الرباعية (القارية) الريحية (PQ3)	21.21 كم^2
3- التوضعات النيوجينية (الميوسين) (N_1^2)	12.64 كم^2
4- التوضعات الباليوجينية (الإيوسين الأدنى والأوسط) (P_2^1 , P_2^2)	3.88 كم^2

الخصائص الهيدروجيولوجية لحوض اللاذقية

تتمثل الموارد المائية في منطقة الدراسة بشكل كبير بالمياه الجوفية والتي تتغذى من تسرب مياه الأمطار ومياه الري خلال الترب وصخور منطقة التهوية حتى تصل إلى الصخور الحاملة للمياه، وأيضاً هناك مياه واردة جانبية تتحرك من المناطق المرتفعة (القسم الشرقي) باتجاه المناطق المنخفضة، منطقة السهل الساحلي (القسم الغربي). بشكل عام فإن حركة المياه الجوفية في كافة أنحاء منطقة الدراسة تساير الوضع الطبوغرافي، فهي تتجه من الشرق نحو الغرب، وتصب في البحر وبسبب تعقد بنية الجريان تتغير جهة الحركة محلياً إلى الشمال أو الجنوب، حيث تتواجد المياه الجوفية في المناطق المتاخمة لشاطئ البحر على عمق يتراوح بين (0-0.5) م وعلى أعماق لا تزيد عن (10) م في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من المنطقة بينما وصلت إلى أكثر من (60 م) في الجزء الشمالي الغربي الشكل (3).



الشكل (3) خريطة البيزومترية التي تم إنشاؤها لمتوسط مناسيب المياه الجوفية خلال فترة القياس (2017-2018)

ومن خريطة مناسيب المياه الجوفية للطبقات المائية الشكل(3) تبين لنا وجود جريان جوفي قادم من الحدود الشرقية. وكانت خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية متعرجة مما يدل على البنية الهيدروديناميكية المعقدة بعض الشيء، وكما نلاحظ بالاقتراب من شاطئ البحر تبدأ تعرجات خطوط تساوي المناسيب بالانفراج مما يدل على وجود توازن

هيدروديناميكي يحافظ عليه منسوب مياه البحر وميله الهيدروليكي يتراوح بين (0.005) إلى (0.006) في الغرب، ويتراوح ما بين (0.012 – 0.25) في الشرق.

استناداً إلى الخصائص الجيولوجية لهذه التشكيلات وتركيبها الليتولوجي وبنيتها الستراتيغرافية وخصائصها الهيدروجيولوجية فإن جميعها تقيم حاملة للمياه وبدرجات مختلفة [12، 13، 15، 16].

توضعات الرباعي الأعلى اللحقية السيلية (PQ_3): تنتشر بشكل واسع في منطقة الدراسة وهي تتألف من الحصى والرمل الغضاري، وتبلغ سماكة هذه الطبقة (4–5) م وتحتوي على مياه حرة.

أما توضعات الرباعي الأوسط والأعلى البحرية (mQ_{2-3}): تنتشر على شكل شريط ساحلي متمثلة بالحجر الكلسي أو الحجر الرملي يتحول إلى كونغلوميرا، وتتراوح سماكة توضعات هذه الطبقة المائية من (1– 27) م، وتحتوي على مياه حرة على عمق يتراوح من (1.5 – 5) م.

تنتشر التوضعات النيوجينية (N_1^2) في الجزء الشمالي الغربي للمنطقة، وهي تعود إلى الميوسين الأوسط، وتبلغ سماكة هذه الطبقة (60–200) م حيث يتوضع الحجر الكلسي الميوسيني الأوسط بشكل مباشر فوق الحجر الكلسي الإيوسيني فإن دور الحاجز المائي تقوم به بعض الطبقات الكلسية الغضارية الرقيقة في أعلى التوضعات الإيوسينية [12]. ويتراوح عمق توضع المياه الجوفية بين (10– 60) م، وتتغذى من تسرب مياه الهطولات المطرية وتسرب مياه الري.

تتألف الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الباليوجين (الإيوسين الأوسط) من صخور الحجر الكلسي الغضاري بسماكة 190 م مع عدسات صوانية، يمر مسار المقطع الهيدروجيولوجي (منطقة برج إسلام)، ويتألف من حجر كلسي ميوسيني وإيوسني أوسط وإيوسيني أدنى [12]، ويتراوح عمق المياه الجوفية بين (10–20) م إلا أن النفوذية الضعيفة نسبياً لصخور بعض التوضعات السابقة وقلة مساحة انتشار بعضها الآخر جعل كلاً منها غير مؤهل بمفرده لتشكيل مصادر مائية كبيرة من المياه الجوفية، غير أن وجود حواجز مائية من المارل الماستريختي تحت التوضعات النيوجينية والباليوجينية والرباعية أهّلها لتشكيل بعض الحوامل المائية ترتبط مع بعضها بعلاقة هيدروليكية، وتشكل منظومة هيدروجيولوجية واحدة [12]. تتغذى مياه هذه المنظومة على حساب تسرب مياه الأمطار والجريان السطحي وجزء من مياه الري في المناطق الزراعية المروية، وتتوضع أغلب مياهها الجوفية على أعماق تتباين من (2)م وحتى (10–20) م كما يتراوح عامل رشح توضعاتها بين أقل من (1 وحتى 25) م/يوم [18]، ويبين الشكل(3) الخارطة البيزومترية في منطقة الدراسة لعام 2017، 2018.

النتائج والمناقشة

لتقييم حساسية الطبقة المائية للتلوث سنقوم بالدراسة التفصيلية للبارامترات السبعة الآتية لمنطقة الدراسة:

1– عمق توضع المياه الجوفية: عمق المياه هو المسافة من سطح الأرض حتى مستوى المياه الجوفية، حيث تنتقل الملوثات ضمن التربة والصخور قبل الوصول إلى الطبقة الحاملة للمياه، فكلما زاد العمق قلت قابلية المياه الجوفية للتلوث، وبناءً على المعطيات الحقلية أظهرت الدراسة للمنطقة أن عمق منسوب المياه في الأجزاء الغربية (يصل حتى 68.1 م)، ويتناقص بشكل تدريجي من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي حيث يصل عمق المياه حتى (1.4) م جدول (4)، تم حساب قرينة دراستيك بالنسبة للعمق وقد تراوحت حسب هذا المعيار بين (1و9) الجدول (5)، وهذا يجعل الجزء الجنوبي من حوض اللاذقية أكثر حساسية للتلوث. شكل (5).

جدول (4) معايير دراستيك لمنطقة الدراسة

رمز البئر	العمق (م)	التغذية الراشحة (سم/سنة)	صخور الطبقة الحاملة	عامل الرشح م/اليوم	نوع التربة	الميل	صخور منطقة التهوية
L1	6.2	16.5	حجر كلسي رملي غضاري	63	تربة قليلة العمق	12-6	حجر كلسي غضاري كلسي
L2	1.9	16.5	حجر رملي كلسي	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي كلسي
L3	1.85	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	63	تربة غير سميكة	2 - 0	وكونغلوميرا حجر رملي
L4	6.55	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي وكونغلوميرا
L5	4.6	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي وكونغلوميرا
L6	2.52	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي وكونغلوميرا
L7	3.1	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	63	تربة قليلة العمق	6 - 2	حجر رملي وكونغلوميرا
L8	1.4	16.5	حصى ورمل وكونغلوميرا	23.84	تربة سميكة رملية	6 - 2	حجر رملي وكونغلوميرا
L9	6.4	16.5	حجر رملي كلسي	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي كلسي وحصى
L10	19.2	16.5	حجر رملي غضاري	23.84	تربة سميكة رملية	6 - 2	حجر رملي وكونغلوميرا
L11	1.5	16.5	حجر رملي كلسي	23.84	تربة سميكة طينية	6 - 2	حجر رملي كلسي مع حصى
L12	2.5	16.5	حجر رملي ومارل	23.84	تربة سميكة طينية	2 - 0	حجر رملي ومارل
L13	8.05	16.5	حجر كلسي غضاري	63	تربة غير سميكة	6 - 2	حجر كلسي غضاري
L14	9.5	16.5	حجر رملي كلسي	23.84	تربة سميكة طينية	6 - 2	حجر رملي كلسي مع حصى
L15	2.7	16.5	حجر كلسي رملي	23.84	تربة سميكة رملية	6 - 2	حجر رملي كلسي مع حصى
L16	14.5	16.5	حجر كلسي رملي	23.84	تربة سميكة رملية	6 - 2	حجر كلسي رملي مع مارل
L17	21.3	16.5	حجر كلسي رملي ومارل	23.84	تربة سميكة رملية	6 - 2	حجر كلسي رملي مع مارل
L18	13.45	16.5	كلس ورمل وغضار	63	تربة قليلة العمق	12 - 6	حجر كلسي غضاري
L19	6.4	16.5	كلس ورمل وغضار	63	تربة غير سميكة	2 - 0	حجر رملي كلسي وحصى
L20	69.2	16.5	حجر كلسي غضاري	10.5	تربة قليلة العمق	2 -12	حجر كلسي غضاري
L21	67.1	16.5	حجر كلسي وحطاميات	10.5	تربة قليلة العمق	12- 6	حجر كلسي وكتلي وسليسي
L22	68.1	16.5	حجر كلسي غضاري	10.5	تربة قليلة العمق	12- 6	حجر كلسي غضاري
L23	64.2	16.5	حجر كلسي غضاري	10.5	تربة قليلة العمق	12- 6	حجر كلسي غضاري
L24	14.5	16.5	حجر كلسي غضاري	10.5	تربة قليلة العمق	12- 6	حجر كلسي غضاري

ويلخص الجدول (5) معايير دراستيك الطبيعية التي بنيت عليها الخريطة النهائية للحساسية استناداً إلى المعايير الطبيعية والتي هي عبارة عن تنضيد أو تراكب للخرائط السبعة المعبرة من هذه المعايير والتي تظهر على شكل نطاقات أو قطاعات، ولكل منها قيمة تدل على قرينة دراستيك النهائية.

جدول (5) قيم معدلات بارمترات دراستيك

اسم البئر	العمق (D) (م)		التغذية السنوية (R) سم/السنة		نوعية الطبقة الحاملة للمياه (A)		عامل الرشح م/اليوم (C)		نوع التربة (S)		الميل% (T)		صخور منطقة التهوية (I)		قرينة دراستيك الاجمالية للمعايير الطبيعية
الوزن	5		4		3		3		2		1		5		
رمز البئر	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	التقييم	قرينة	
L1	7	35	6	24	6	18	8	24	10	20	10	10	6	30	161
L2	9	45	6	24	6	18	8	24	10	20	10	10	6	30	171
L3	9	45	6	24	8	24	8	24	10	20	10	10	8	40	187
L4	7	35	6	24	8	24	8	24	10	20	10	10	8	40	177
L5	7	35	6	24	8	24	8	24	7	14	10	10	8	40	171
L6	9	45	6	24	8	24	8	24	10	20	10	10	8	40	187
L7	9	45	6	24	8	24	8	24	7	14	9	9	8	40	180
L8	10	50	6	24	8	24	4	12	6	12	9	9	8	40	171
L9	9	45	6	24	6	18	4	12	6	12	10	10	6	30	151
L10	9	45	6	24	6	18	4	12	6	12	9	9	6	30	150
L11	10	50	6	24	6	18	4	12	5	10	10	10	6	30	154
L12	5	25	6	24	6	18	4	12	3	6	10	10	6	30	125
L13	5	25	6	24	6	18	4	12	4	8	9	9	6	30	126
L14	9	45	6	24	6	18	4	12	4	8	9	9	6	30	146
L15	9	45	6	24	6	18	4	12	6	12	9	9	6	30	150
L16	5	25	6	24	6	18	4	12	6	12	9	9	6	30	130
L17	3	15	6	24	6	18	4	12	6	12	9	9	6	30	120
L18	9	45	6	24	6	18	8	24	10	20	5	5	6	30	166
L19	9	45	6	24	6	18	8	24	7	14	5	5	6	30	160
L20	1	5	6	24	6	18	2	6	7	14	5	5	6	30	102
L21	1	5	6	24	6	18	2	6	7	14	5	5	6	30	102
L22	1	5	6	24	6	18	2	6	7	14	5	5	6	30	102
L23	5	25	6	24	6	18	2	6	7	14	5	5	6	30	122
L24	5	25	6	24	6	18	8	24	7	14	5	5	6	30	140

2- التغذية الراشحة: المصدر الرئيسي للتغذية المائية – وخصوصاً في النطاقات العليا- هو الهطولات المطرية التي تتسرب عبر سطح الأرض، وتنفذ من خلال التربة إلى مستوى المياه الجوفية، وأيضاً رشح جزء من مياه الري والمياه الجارية السطحية، وبشكل عام تكون التغذية المائية الوسيلة الأساسية لتحلل الملوثات وانتقالها إلى مستوي المياه الجوفية، وفي منطقة الدراسة أساساً تتم التغذية المائية عن طريق تسرب جزء من الهطولات المطرية ومياه الري.

دلت نتائج حسابنا لقيمة التغذية الراشحة في حوض اللاذقية باستخدام طريقة الفروق المنتهية أن قيمتها الوسطية تبلغ (16.5سم/السنة). هذا ونظراً لأنه لم تتوفر بيانات توثق شبكة التغذية في كافة أرجاء هذا الحوض فقد تم حسابها باستخدام منهجية تقوم على حساب معدل الميل، والهطولات ونفاذية التربة وفق الآتي جدول (6)، [2، 20]:

Recharge rating = slope factor +rainfall factor +soil permeability factor

معدل التغذية = عامل الانحدار + عامل الأمطار + عامل النفاذية للتربة

تم الحصول على خرائط الهطل بمعالجة متوسط الهطل السنوي لخمس سنوات (ملم/سنة) من (2008 ولغاية 2012) اعتباراً من خمس محطات هطل ممثلة في الحوض أو بجواره شكل (4). حدد الارتفاع الطبوغرافي في مواقع توضع الآبار المعتمدة في هذه الدراسة كما صنِّفت خارطة التربة إلى أربعة صفوف للنفاذية اعتماداً على مفاتيح النفاذية الأمريكية USDA (1994) [2].

ومع العلم أن شبكة التغذية للحوامل المائية يتم التحكم بها بشكل رئيس بوساطة الطبوغرافيا والتربة ومعدل الأمطار، وبالنتيجة تم حساب التغذية في حوض اللاذقية كما هو موضح في الجدول (7) تبين بأنها تملك قيماً متوسطة وتقييماً مقداره (6) أي تكافئ تغذية سنوية تتراوح بين (10 حتى 18سم/السنة)، وهذا يشير إلى أن حوض اللاذقية يمتلك شبكة تغذية متوسطة أو معتدلة. شكل(6)

شكل (4) مواقع محطات الرصد المناخية المعتمدة في منطقة الدراسة [13]

وكل الخرائط تم تصنيفها استناداً إلى المعايير المعطاة في الجدول رقم (2) وأضيفت معاً [1,2].

جدول (6) تقدير التغذية باعتماد معدلات الأمطار والانحدار الطبوغرافي ونفوذية التربة

شبكة التغذية		نفاذية التربة		الأمطار (مم)		الميل %	
العامل	المدى	العامل	المدى	العامل	المدى	العامل	المدى
10	11–13	1	ضعيف النفوذية جداً	1	<500	4	<2
8	9–11	2	ضعيف النفوذية	2	500–700	3	10–2
5	7–9	3	معتدل(متوسط) النفوذية	3	700–850	2	10–33
3	5–7	4	نفاذية عادية	4	>850	1	>33
1	3–5	5	نفاذية عالية				

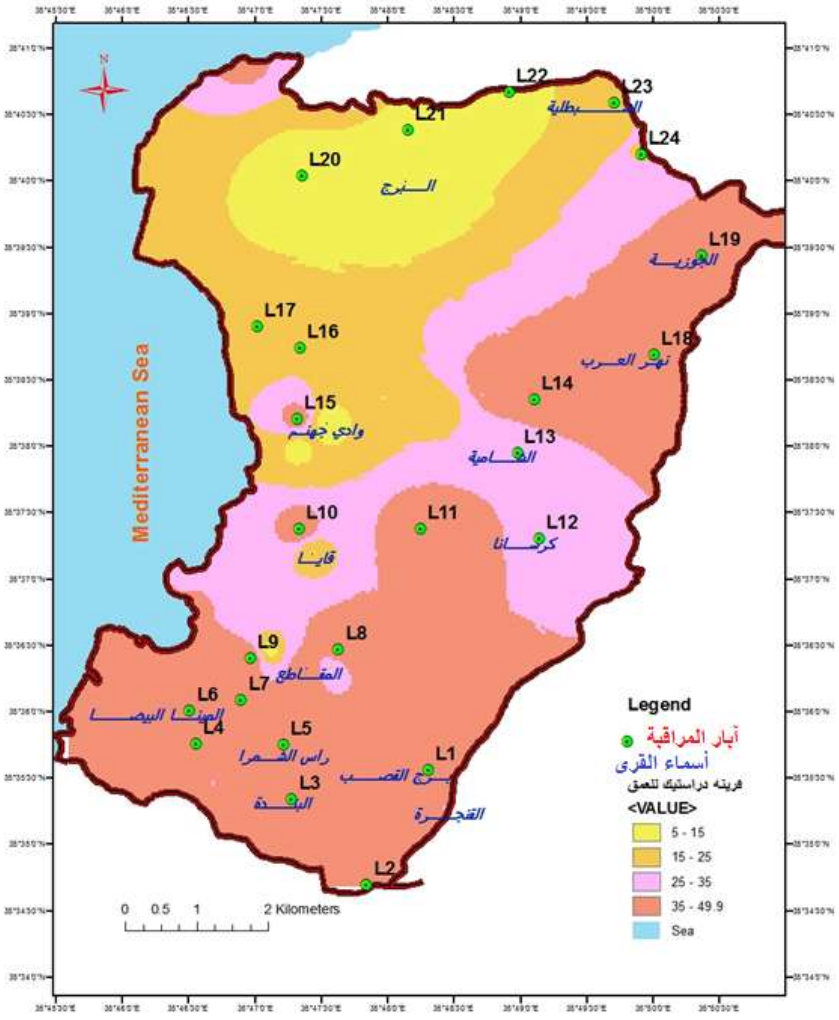
جدول (7) التغذية السنوية، الوزن (4)

التغذية السنوية سم /السنة (Annual recharge)		
الفاصل	التقييم	قرينة دراستيك
10 -18	6	24

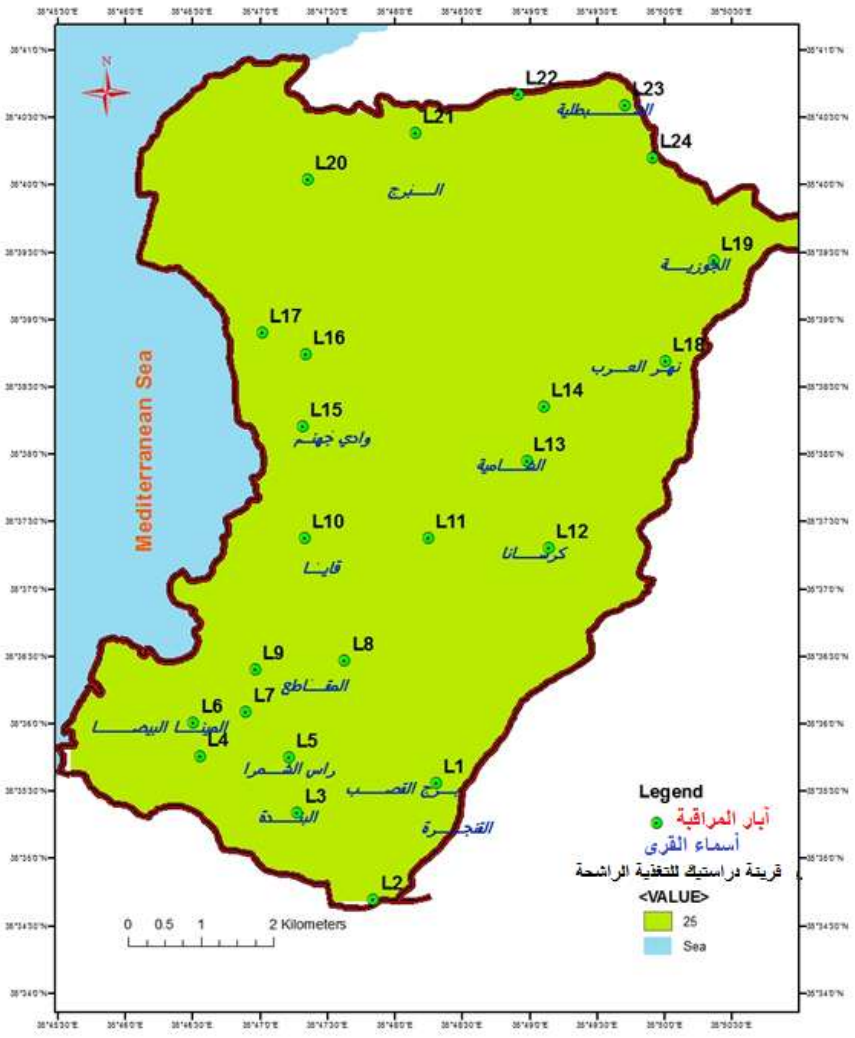
3- النفوذية المائية: يشير عامل الرشح للطبقة الحاملة للمياه إلى معدل جريان الماء أفقياً عبر الطبقة الحاملة للمياه. فالقيمة المرتفعة لعامل الرشح، تعني سرعة أكبر لحركة المياه الجوفية وهذا سوف يساعد على نشر الملوثات عبر الطبقة الحاملة بسرعة أكبر، واستناداً إلى الطبيعة الليتولوجية المكونة لصخور المنظومة الهيدروجيولوجية وإلى تجارب الضخ التي أجريت فإن توضعات الرباعي الأعلى اللحقية السيلية تتميز بنفاذية عالية، بينما تتميز توضعات النيوجين المؤلفة من الحجر الرملي والحجر الكلسي الحطامي والفراغي المشقق في بعض المناطق بنفوذية متوسطة، وأقل قيمة تتمتع فيها صخور الرباعي الأوسط والأدنى والباليوجين. وقد حددت قيمة عامل الرشح وقرينة دراستيك الموافقة كما هو موضح في الجدول (5) والشكل(7).

4 - خصائص النطاق غير المشبع (منطقة التهوية): تلعب منطقة التهوية دوراً رئيساً في انتقال الملوثات ووصولها إلى المياه الجوفية وهذا يعتمد بالدرجة الأولى على الطبيعة الليتولوجية للصخور المكونة لهذه المنطقة.

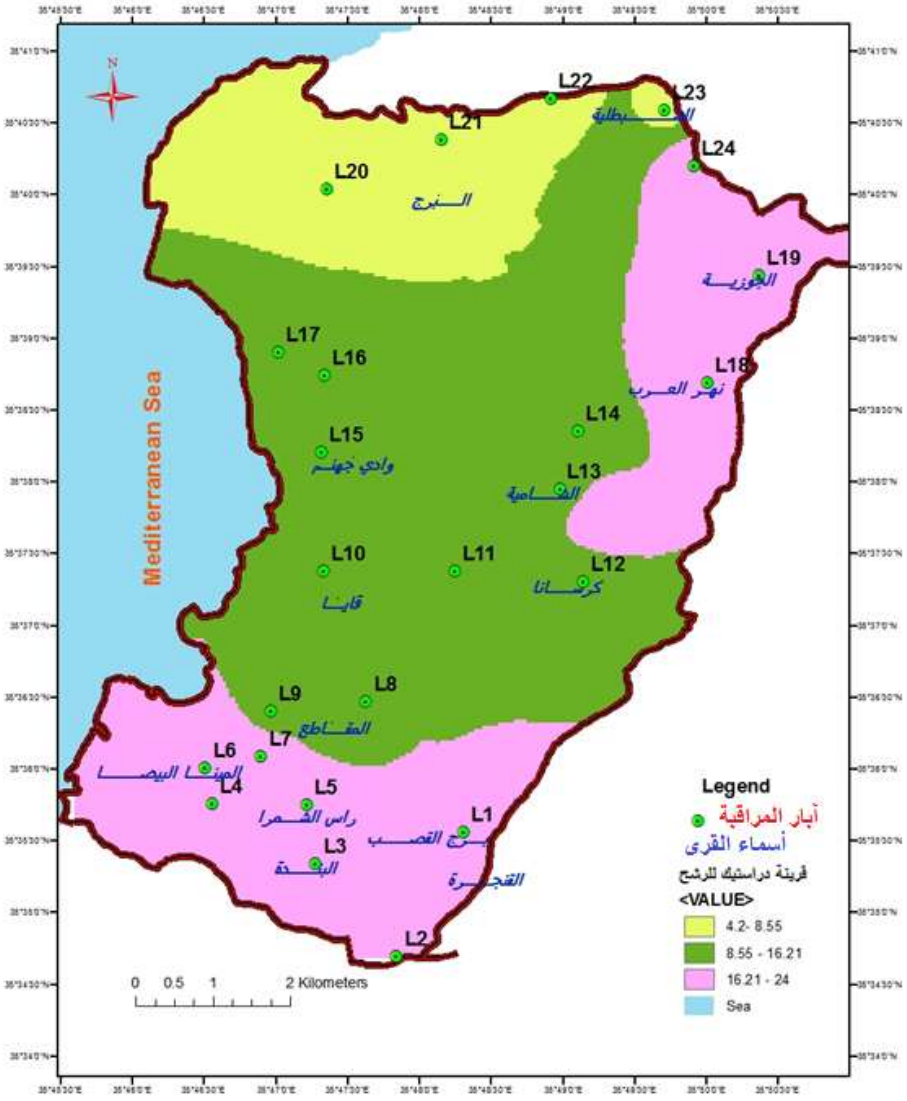
تتكون صخور منطقة التهوية في منطقة الدراسة من أحجار رملية وكلسية وكونغلوميراتية في بعض أجزاء المنطقة ومن حصى وغضار رملي ورمل غضاري وكلس في أجزاء أخرى وحسب الجدول (5) حسبت قرينة دراستيك الموافقة وهي موضحة على الشكل رقم (8).



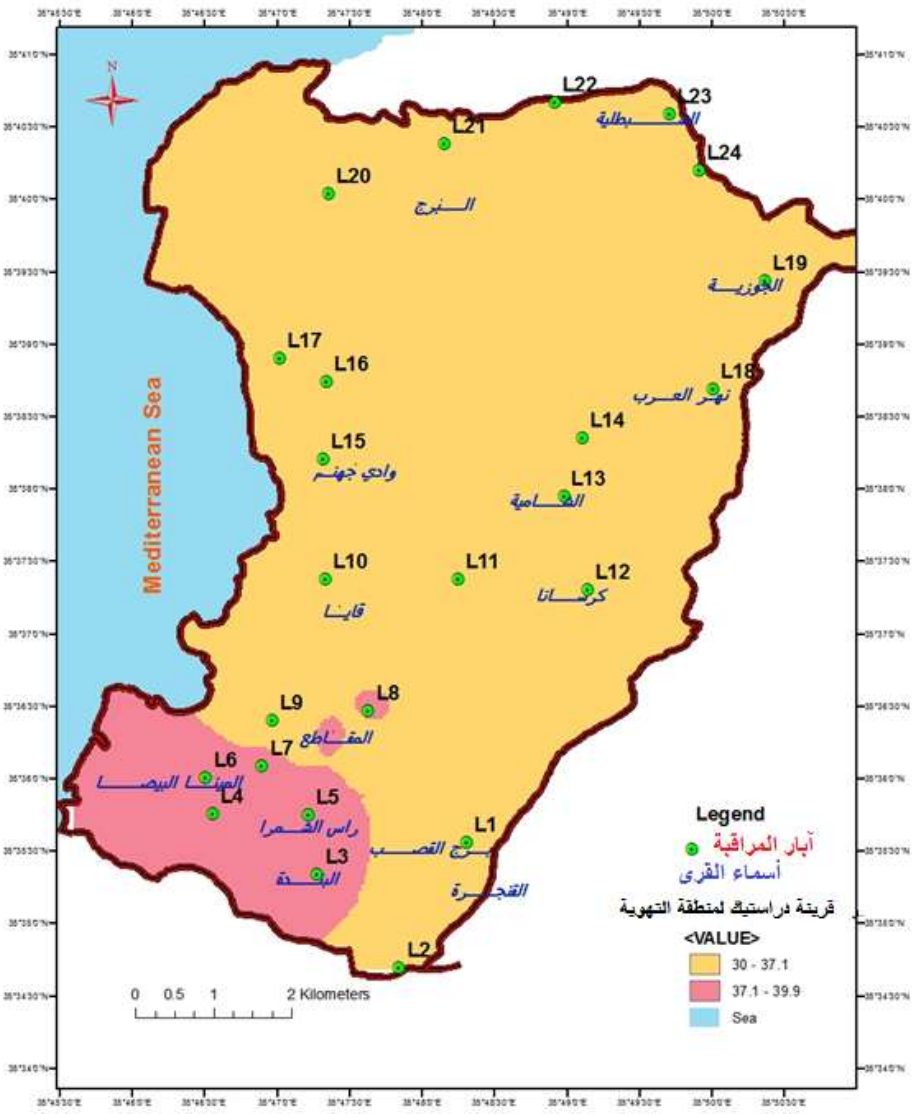
الشكل (5) قرينة دراستيك للعمق



الشكل (6) قرينة دراستيك للتغذية الراشحة

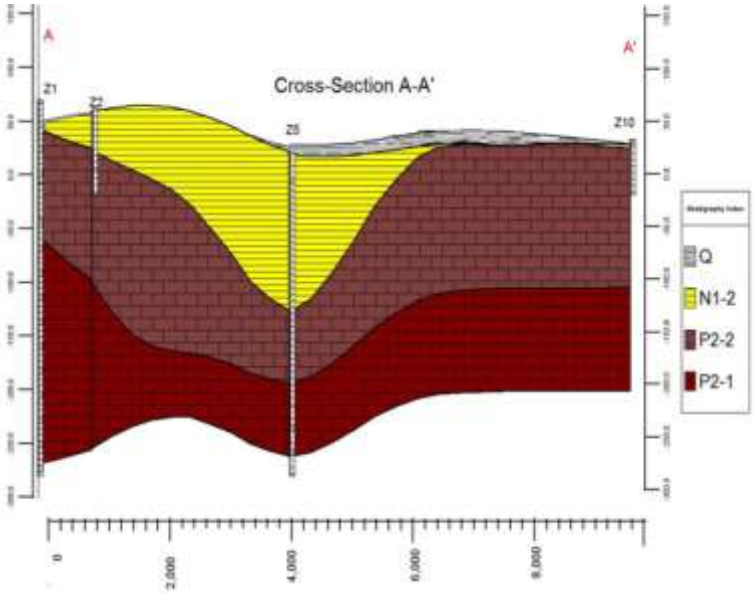


الشكل (7) قرينة دراستيك للناقلية الهيدروليكية



الشكل (8) قرينة دراستيك لصخور منطقة التهوية

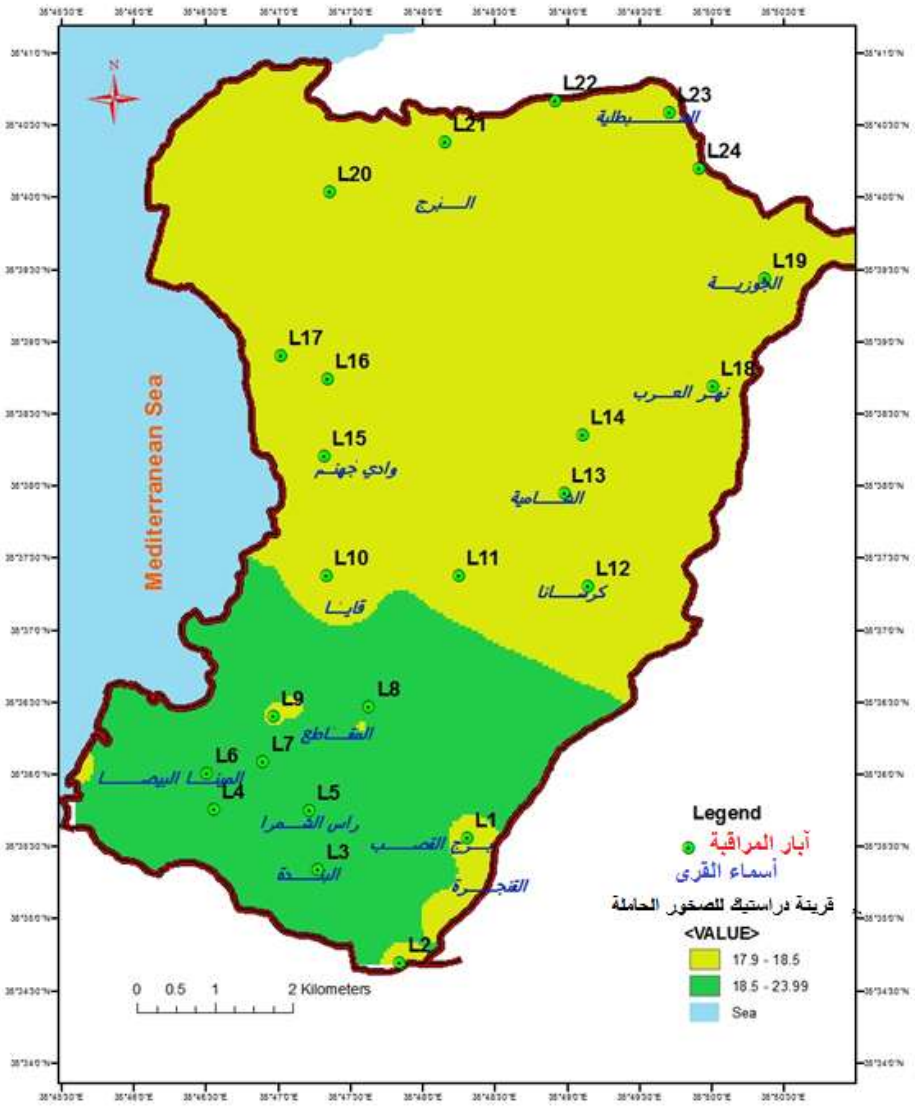
5- الطبيعة الليتولوجية للنطاق المشبع: تدل نوعية الطبقة الحاملة للمياه على الطبيعة الليتولوجية للصخور الخازنة سواء أكانت صخور متماسكة أو غير متماسكة، وقياس حباتها ونسبة الشقوق والصدوع الموجودة فيها وكذلك نفاذية هذه الطبقة، وقد حددت الطبيعة الليتولوجية للطبقات الحاملة للمياه للمنظومة الهيدروجيولوجية في حوض اللاذقية بالاعتماد على المقاطع الهيدروجيولوجية والآبار المحفورة في هذه المنطقة شكل (9) والموضح موقعه على الخريطة الجيولوجية شكل (2) وتحليل الخصائص الجيولوجية للصخور المنتشرة في المنطقة وتركيبها وبنيتها الستراتيغرافية. وحددت قرينة دراستيك الموافقة كما هو موضح في الجدول (5) وعلى الخارطة شكل (10). وعلى أساس ذلك صنفت خارطة أوساط الحوض في صفين اثنين حيث سيطر صف الحساسية المرتفعة في القسم الجنوبي الشرقي حيث تنتشر الصخور الرملية والغضارية والحصوية أما في أغلب أجزاء المنطقة (الشمالية والغربية) حيث تنتشر الصخور الكلسية الحوارية، فأخذت قيم التقييم (24,18) على التوالي كما مبين في الجدول (5).



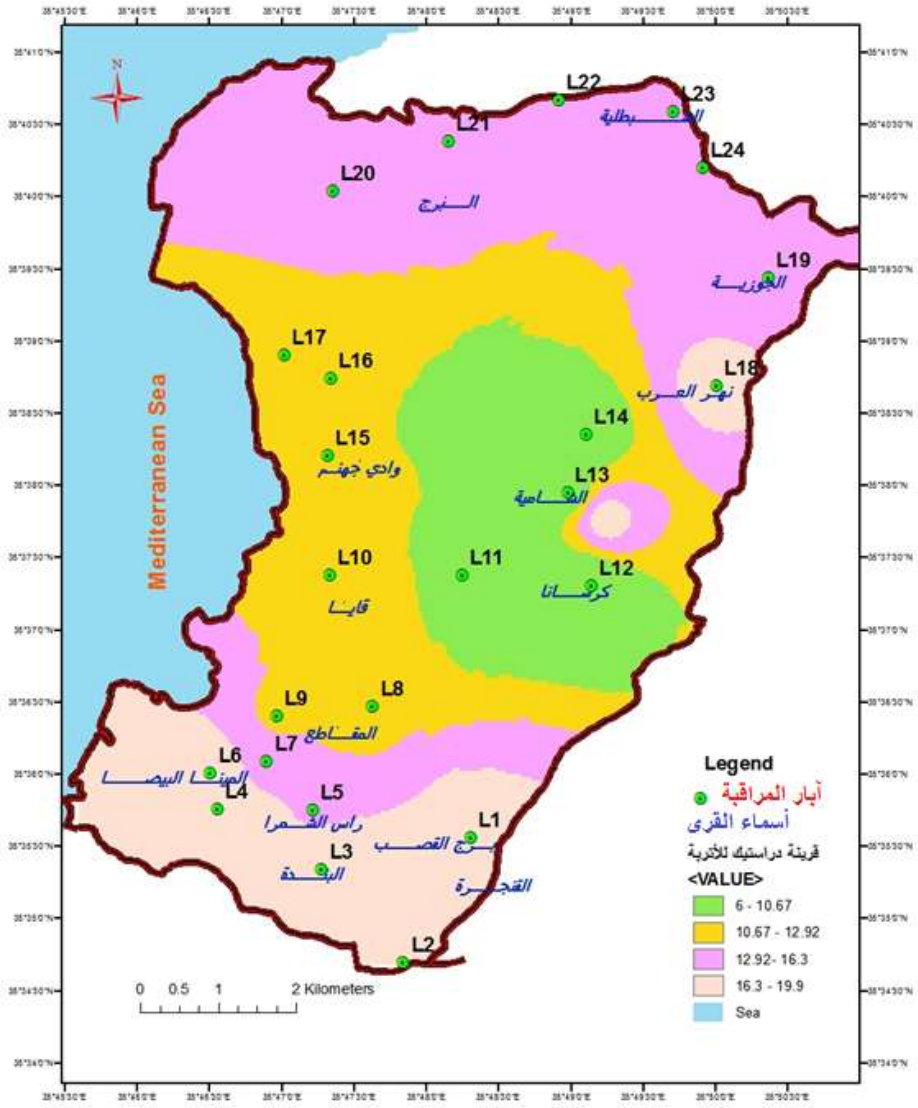
الشكل (9) مقاطع مضاهاة هيدروجيولوجية في منطقة الدراسة

6- خصائص التربة، ونوعية نسيجها الحبيبي: التربة هي الجزء العلوي المجوى من الأرض، أي قوامها، وتركيبها الكيميائي، ومحتواها من المواد العضوية، والغضارية بشكلٍ خاص، وهي تملك تأثيراً واضحاً على مقدار التغذية الراشحة التي تتسرب عبر سطح الأرض. فكلما زادت نسبة الرمل في تركيبها زادت قابلية طبقة المياه الجوفية للتلوث البيئي، وعلى العكس من ذلك فكلما زادت نسبة الطمي، والطين قلت قابلية الطبقة المائية للتلوث. حيث تتميز التربة في منطقة الدراسة بتنوعها وهي لومية إلى طينية لومية وبسماكات مختلفة [19].

تشمل منطقة حوض اللاذقية ثلاثة أنماط من الترب الزراعية، وهي الترب الطينية الرملية والحصوية السميكة المنتشرة في الجزء الشمالي للحوض والترب الطينية اللومية متوسطة السماكة والمنتشرة في الجزء الأوسط من الحوض والترب الطينية قليلة السماكة والتي تنتشر في القسم الغربي للحوض، وقد أخذ مدلول دراستيك القيم (10,7,4) على الترتيب، ويوضح الجدول (5) والخريطة رقم (11) أنواع الأتربة المنتشرة في منطقة الدراسة وقرائن دراستيك الموافقة.

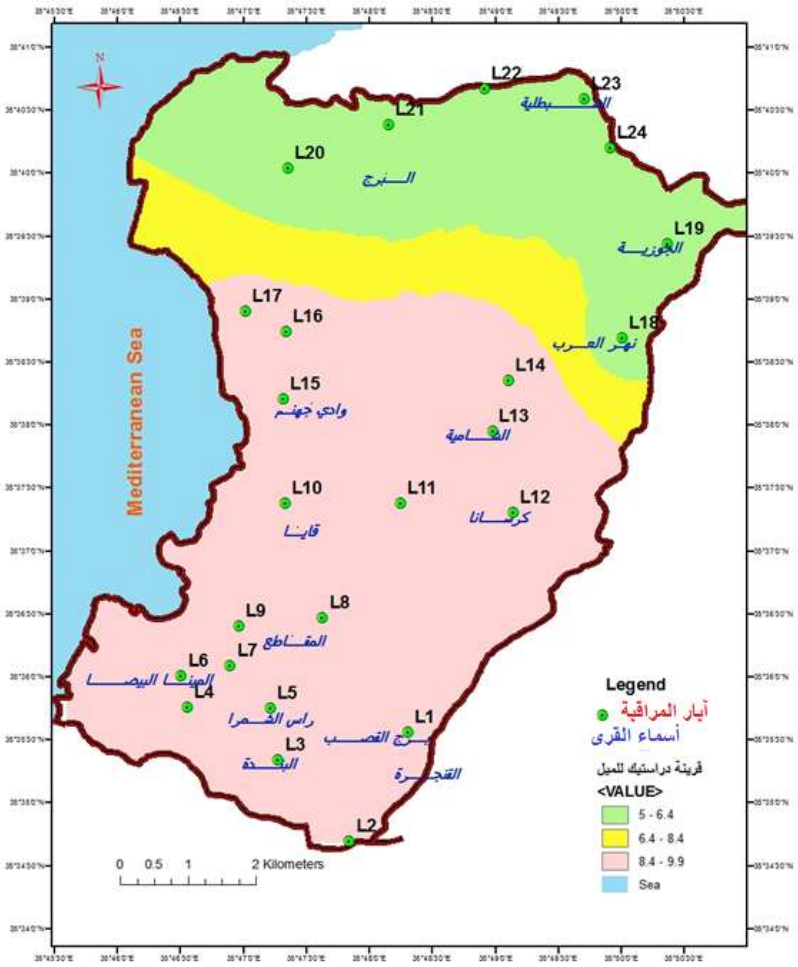


الشكل (10) قرينة دراستيك للصخور الحاملة للمياه الجوفية



الشكل (11) قرينة دراستيك للترب المنتشرة في المنطقة

7- الانحدار (الطبوغرافيا): إن انحدار السطح له دور في مقدار ما يتوغل من المياه إلى داخل الأرض ومقدار ما يجري على السطح، حيث أن انحدار المجاري المائية يكون من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة (السهلية)، حيث تساعد في التحكم بإمكانية جريان الملوث أو بقائه لوقتٍ كافٍ ليدخل مع المياه المتسربة عبر سطح الأرض، فالمناطق ذات الانحدارات القليلة يكون فيها الجريان قليلاً وبالمقابل فإن الارتشاح الكامن عبر طبقات الأرض يكون كبيراً، أما المناطق ذات الانحدارات الشديدة فيكون الجريان فيها مرتفعاً والتسرب منخفضاً. لاحظنا أن معدل الميل لم يتجاوز (20%) على كامل مساحة الحوض، بشكل عام منطقة الدراسة تتميز بالطبوغرافيا التلالية والسهلية، حيث تعد المناطق التلالية ذات نقاط تقييم متوسطة (بحدود 5)، بينما المناطق السهلية أخذت قيم تقييم بين (9، 10) الجدول (5)، حيث تسمح للمياه بالتسرب بشكل كبير، حيث تتدرج الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من الأطراف الشمالية والشرقية باتجاه الجنوب والغرب. إن الانحدار في المناطق الساحلية يكون قليل عادة ويتراوح بين (0-2°) أما المناطق التلالية فيكون انحدارها متوسطاً ويتراوح بين(2-9°) [19] موضحة القيم في الجدول رقم (4) الشكل (12).



الشكل (12) قرينة دراستيك للميل الطبوغرافي

حيث أظهرت دراسة المعايير الطبيعية أن المنطقة تتمتع بحساسية متوسطة للتلوث، وتراوحت قيم قرينة دراستيك بين (103–188)، وسجلت القيم العالية في القسم الجنوبي من منطقة الدراسة شكل (13)، حيث تتواجد المياه على أعماق قريبة من السطح، ويتألف النطاق غير المشبع فيها من توضعات حصوية ورملية، وتتمتع الطبقة الحاملة للمياه بنفوذية تصل 63 م/اليوم.

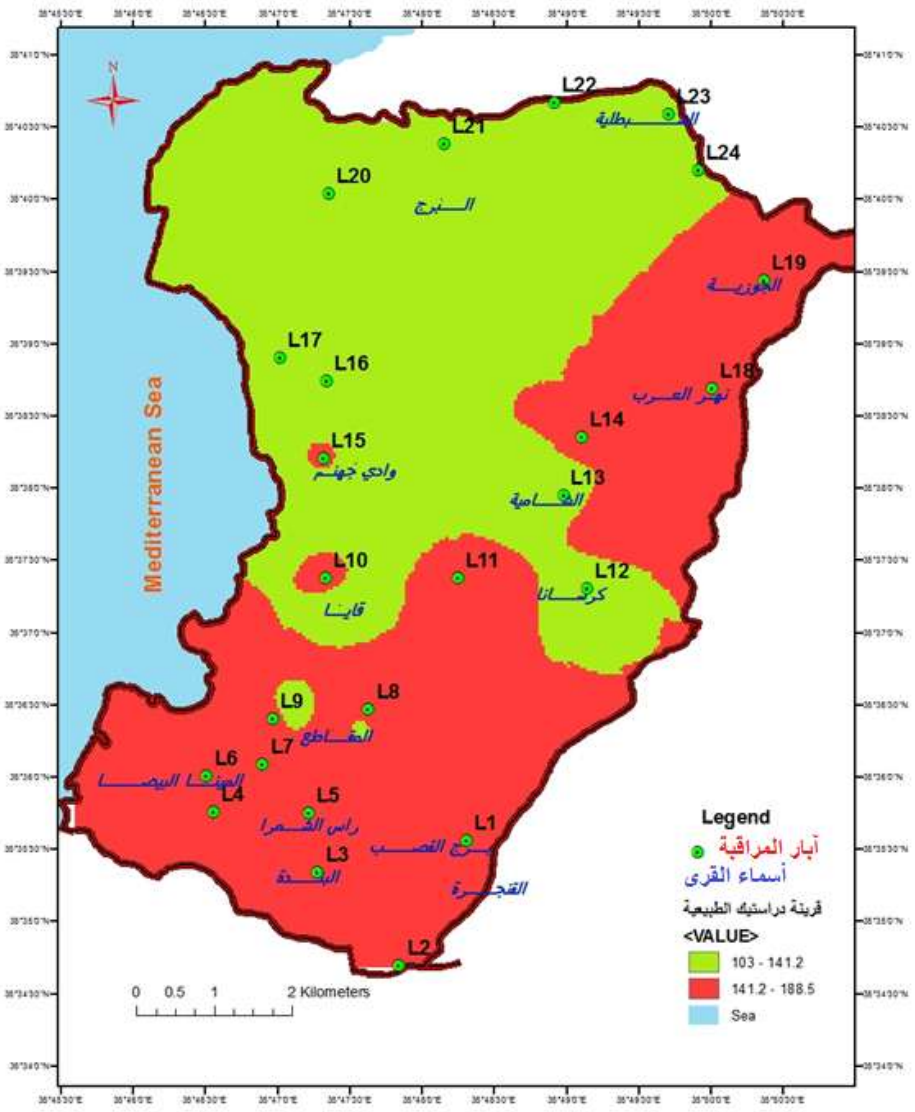
تتعرض المياه الجوفية إلى التلوث نتيجة عوامل طبيعية وبشرية، وقد تتباين شدة الخطورة من الناحية المكانية أو الزمانية بسبب اختلاف هذه العوامل، لذلك فقد تم وضع معايير بشرية لاستخدامات الأراضي أضيفت إلى المعايير الطبيعية التي وضعها دراستيك، ولاحظنا أن العوامل البشرية تلعب دوراً مهماً في زيادة قابلية التلوث حتى في المناطق التي لا تكون ذات حساسية عالية للتلوث، ونعرض في الجدول (8) قرينة دراستيك حسب المعايير السبعة والقرينة الإجمالية في كافة أرجاء المنطقة، وهذا ما تم ملاحظته في منطقة الدراسة، حيث جاءت نتائج التحاليل المخبرية مطابقة لنتائج الدراسة حيث تبين ارتفاع قيم كل من الملوحة والملوثات (شوارد النترات، والنتريت، وقيم الناقلية) في الآبار جدول (9) ويعزى ذلك لتلوث المياه الجوفية إما نتيجة لقربها من المناطق السكنية أو اختلاطها مع مياه الصرف الصحي أو استخدامات الأسمدة والمخصبات الزراعية.

جدول (8) مدلول دراستيك الاجمالي في منطقة الدراسة

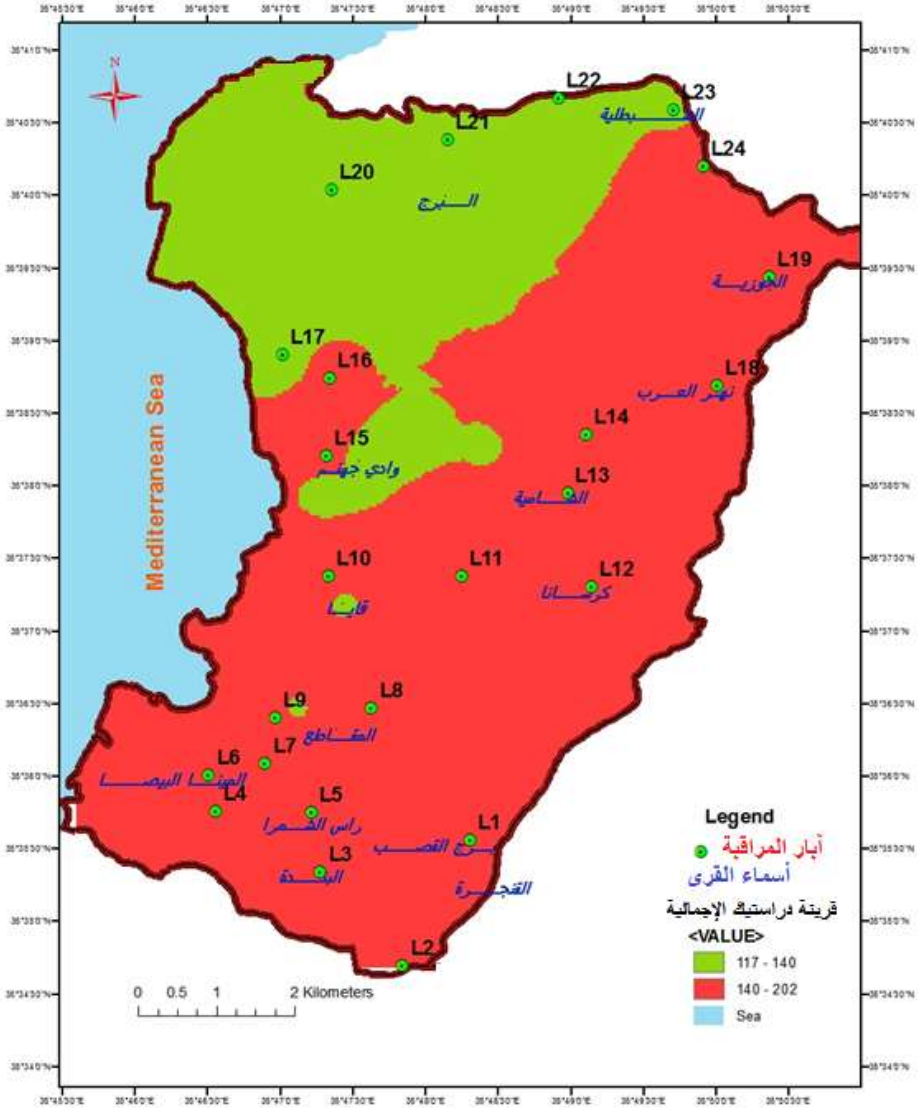
البئر	قرينة دراستيك الطبيعية	قرينة دراستيك البشرية	مجموع القرينتين	البئر	قرينة دراستيك الطبيعية	قرينة دراستيك البشرية	مجموع القرينتين
L1	161	14	175	L13	126	22	148
L2	171	14	185	L14	146	14	160
L3	187	14	201	L15	150	14	164
L4	177	14	191	L16	130	14	144
L5	171	22	193	L17	120	14	134
L6	187	14	201	L18	166	14	180
L7	180	22	202	L19	160	14	174
L8	171	14	185	L20	102	14	116
L9	151	14	165	L21	102	22	124
L10	150	14	164	L22	102	14	116
L11	154	14	168	L23	122	14	136
L12	125	14	139	L24	140	22	162

جدول(9) نتائج التحاليل الكيميائية

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية لعينات مياه الآبار بتاريخ (2018/3/25)							
اسم البئر	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	TDS	Turp	pH	EC
	ملغ/ل				NTU		µS/cm
L1	14.9	0.01	0	398	1.5	7.55	777
L5	25.1	0.011	0	518	15	7.44	1090
L6	14	OVER	0	560	0.8	7.32	1150
L12	25.5	0.009	0	401	2.01	7.34	810
L19	36.4	0.025	0	409	0.9	7.42	830
L24	66.9	0.009	0	540	16	7.37	1107
L20	27.7	0.011	0.09	350	3.04	7.59	730
L17	39.7	0.008	0.01	513	1.6	7.38	1060
نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية لعينات مياه الآبار بتاريخ (2018/7/23)							
L1	5.8	0.010	0.01	326	0.57	7.68	685
L5	45.1	0.010	0.01	512	0.38	7.34	1059
L6	24.1	0.010	0.03	569	0.57	7.33	1177
L12	32.4	0.027	0	394	0.47	7.51	820
L19	48.6	0.009	0	389	0.59	7.47	808
L24	38.9	0.033	0	445	1.18	7.49	922
L20	40.1	0.019	0.01	346	0.41	7.52	720
L17	21.9	0.017	0	485	0.29	7.52	1001



الشكل (13) قرينة دراستيك الطبيعية



الشكل (14) قرينة دراستيك الإجمالية

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1- تشكل توضعات الرباعي والنيوجين والباليوجين منظومة هيدروجيولوجية وهيدروديناميكية واحدة تتوضع أغلب مياهها على أعماق تتباين بين (1 و 10 – 20) م، ويمكن أن تصل أحياناً إلى أعماق تتجاوز (68 متراً).

2- تتمتع منطقة الدراسة بشبكة تغذية متوسطة إلى معتدلة، وهي تكافئ تغذية سنوية تتراوح بين (10 وحتى 18سم/السنة).

3- تتمتع منطقة الدراسة تبعاً لقرينة دراستيك بحساسية متوسطة إلى مرتفعة للتلوث.

4- من خلال دمج معايير استخدامات الأراضي مع معايير دراستيك الطبيعية تبين أن (70%) من منطقة الدراسة تتمتع بحساسية مرتفعة نتيجة لتزايد النشاطات البشرية والزراعات.

5- تشكل خارطة كمون التلوث المشتقة لمنطقة الدراسة أمراً مهماً في دراسة حماية المياه الجوفية والاستثمار الأمثل للأراضي الزراعية.

التوصيات

1- استمرار المراقبة المنتظمة لنظام المياه الجوفية وتقييم مؤشراته، وخاصة (الهيدروديناميكية والهيدروكيميائية) في ظل تنامي الأنشطة التنموية المختلفة في هذه المنطقة والتغيرات التي تتعرض لها.

2- تقييم شامل لمصادر التلوث المحتملة في منطقة الدراسة. وهذا يتطلب إجراء دراسات مستقبلية لفهم آليات تغذية المياه الجوفية ونقل الملوث في هذه الأحواض.

3- وضع نموذج رياضي لحركة الملوثات في المنظومة المائية الجوفية لحوض اللاذقية بحيث يسهم مع شبكة المراقبة في نظام متكامل لرصد التغيرات النوعية التي يمكن أن تتعرض لها هذه الموارد.

المراجع:

1- العبيدي، مصطفى رشيد. *دراسة في تلوث المياه الجوفية في حوض صنعاء*، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئية الجافة جامعة صنعاء، اليمن، 2006، 31.

2- MUHEEB M. AWAWDEH & RASHEED A. *Jaradat Evaluation of aquifers vulnerability to contamination in the Yarmouk River basin, Jordan, based on DRASTIC method Saudi Society for Geosciences* 2009.

3- AL HALLAQ A. & ABU EIAISH.B. *Assessment of Aquifer vulnerability to contamination in khanyounis Governorate Gaza strip – Palestine, using the DRASTIC Model within GIS Environment*. An – Najah university. j. Res. (N.Sc.) Vol. 25 . 2011

4- BAALOUSHA, H. *Assessment of ground water quality monitoring network using vulnerability Mapping and geostatistics; A case study from Heretaunga plains, New Zealand. Aqricultural water Management*. 97(2) Elsevier B.V.240 – 24b. 2010

5- SHADID, S. *A study of groundwater pollution vulnerability using DEASTIC/GIS, west Bengal India*. Journal of Environmental Hydrology. 8. 1-9. 2000

6- CHENS. & FU GUANUTAO (2003) A DRASTIC – bassed FUZZY pattern recognition methology for groundwater vulreralaty evalion Hydrological sciences journal polian University, China

7- ALHALLAQ, A. ;ABU ELAISH, B. *Assessent. Of aquifer vulnerability to contamination in Khanyounis Governoral Gaza Strip-Palestine, Using the DRASTIC model within GIS environmental.* An-Najah Univ. j.Res. Vol. 25,2011.

8- AWAWDEH, M.M. ;JARADAT, R. A. *Evaluation Of aquifer vulnerability to contamination in the Yarmouk River Basin Jordan . based on DRASTIC method*. Arab.j Geoseci3: 273-282, (2010).

9- QAMHIEH,N. S.A. *Assessment of Groundwater Vulnerability to contamination in the west Bank, Palestine*. An-Najah National UNIVERSITY, Nablus, Palestine,2006

10- SIKDAR,P .K. ; CHAKRABORTY,S. ;PAUL, P.K. *land usel/LAND Cover changes and groundwater Potential zoning in and around Raniganj Coal mining area, Bardhaman District west Bengal. A GIS and Remate sensing Approach*. Journal of sapatial hydrology. Vol.4,2004.

11- LIGGETT, J. E. AND TAWAR, S. *Groundwater Vulnerability Assessment and Integrated Water Resourece Management Environmental Geology*.. pp. 18-29, (2009).

12- عجميان، جاك. وآخرون. *المذكرة الإيضاحية لرقعة اللاذقية*، مقياس 50000/1، N – I – 36 – X – 4 – b، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، 1997، 181.

13- سيد علي، لمى أحمد. *إدارة موارد المياه الجوفية في منطقة برج إسلام*. رسالة ماجستير، بإشراف أ.د. علي الأسعد؛ د.م. شريف حايك، جامعة تشرين،2011، 135.

14- مديرية الموارد المائية، حوض الساحل، اللاذقية. 2009 : معلومات موثقة.

15- غروز غيبر فود خوذ – تبيلسي. *التحريات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية للأحواض الأربعة* (سورية – حوض الساحل). أربعة مجلدات، 1979، 200.

16- *مشروع الإدارة المتكاملة لحوض الساحل باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي GIS*. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – دمشق، 2005.

17- رجب، نداء سعدالله. *دراسة هيدروجيولوجية متكاملة لتقييم ظروف تشكل المياه الجوفية في حوض اللاذقية* رسالة ماجستير بإشراف أ.د أحمد محمد؛ جامعة تشرين، 2014، 137.

18- GIPRVODHOZ, USSR. Irrigation construction on an area of about 14 thos. hectares at the Region of nahr al kabir river dam in the arab repuplic of Syria (final Design), part III 1980.

19- مركز البحوث الزراعية باللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. دراسة وتصنيف تفصيلي للأتربة في محافظة اللاذقية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. 1979، 524.

20- Hydrogeological and Hydrological surveys and inverstigations in four areas of Syrian Arab Repulic . costal area. Volume II , Hydrogeology book. Text1972.

21- ALLER L. BENETT. T, Lehrj. H. et al . 1987**.** – DRASTIC: *A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic setting, natural water well association*, report EPA – 600/2 – 87 – 035, 622 p.